

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-025891

(43)Date of publication of application : 30.01.2001

(51)Int.Cl.

B23K 35/26

C22C 13/02

H05K 3/34

(21)Application number : 11-200846

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 14.07.1999

(72)Inventor : YAMADA TAMOTSU

ARAKI NOBUYUKI

KOBAYASHI YOSHITOSHI

(54) LEAD-FREE SOLDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain solder which has a melting point as low as the melting point of a PbSb system and has excellent tensile strength and impact strength by composing the solder of a composition containing specific ratios of silver, bismuth and copper and the balance tin.

SOLUTION: The lead-free solder having the melting point of 187 to 220° C is obtained by specifying its composition to the range containing 0.1 to 3 wt.% silver, 3 to 7 wt.% bismuth and 0.5 to 1 wt.% copper and consisting of the balance the tin. The silver is effectual in improving the thermal fatigue resistance of the solder and the bismuth has an excellent effect of lowering the melting point of the solder. The copper is added to the composition in order to improve the thermal fatigue resistance of the solder like the silver. The tensile strength and impact strength are preferably balanced by not incorporating the materials exclusive of the materials intruding as impurities into the solder. As the form of using the lead-free solder, the lead-free solder is preferably used in the form of cream solder, etc., by kneading the lead-free solder classified to, for example, about 10 to 75 μm in average grain size with an RMA flux or residue-less flux.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Lead-free soldering characterized by including silver 0.1 to 3% of the weight, including copper for a bismuth 0.5 to 1% of the weight three to 7% of the weight, and consisting of remainder tin.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the lead-free soldering used for various kinds of electrical machinery and apparatus or the electrical installation of an electronic device.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, solder is conventionally used for the electrical part to a printed wired board, mounting of an electronic device, the bonding of the reed wire of a semiconductor device, connection between an electric wire and a terminal, etc. although the conventional solder had common tin-lead eutectic solder (a "SnPb system" is called henceforth) -- recent years -- reduction of the amount of the problem of environmental pollution to the lead used -- abolition is promoted further.

[0003] As an ingredient which replaces the conventional SnPb system, the various proposals of the so-called lead-free soldering which added some kinds of metals based on tin are made. For example, each lead-free soldering of the SnAg system which contains silver as a principal component instead of lead, the SnBi system which contains a bismuth as a principal component, and the SnZn system which contains zinc as a principal component is typical. However, although an example of a presentation of such lead-free soldering is shown in Table 1, all may produce the fault of the melting point being high compared with a SnPb system, for example, giving superfluous thermal stress to a substrate when it uses for mounting of a printed wired board, or melting a substrate in being extreme.

[0004]

[Table 1]

表 1

はんだ 合金	合金成分 (wt%)						固相線／液相線 (℃)	伸び (%)
	Sn	Ag	Bi	Cu	Zn	Pb		
SnAg系	95.75	3.5	—	0.75	—	—	216 ~220	46
SnBi系	90.0	2.0	7.5	0.5	—	—	189 ~214	20
SnZn系	89.0	—	3.0	—	8.0	—	189 ~199	37
SnPb系	63.0	—	—	—	—	37.0	183	53

[0005] On the other hand, there are also many technical problems of the quality and the dependability of a solder ingredient, and its case which the soldered-joint section destroys with impacts, such as fall, with carrying [a miniaturization /]-izing of a device is increasing especially in recent years. Therefore, also when selecting a lead-free soldering ingredient, reservation of impact strength is becoming important with the tensile strength of the connection which is a general index.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is made in view of the above situations, and the melting point is low to SnPb system extent, and it aims at offering the lead-free soldering from which the joint which was moreover excellent in tensile strength and impact strength is obtained.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Then, both, this invention persons were able to acquire the solder presentation which shows a value with balance of tensile strength and impact strength it is low and good and the high melting point, when [to which various metals which replace lead are changed into and the melting point was reduced] the tensile strength and impact strength of the soldered joint section were measured. This invention is based on such knowledge.

[0008] That is, in order to attain the above-mentioned purpose, silver is included 0.1 to 3% of the weight, and

this invention includes copper for a bismuth 0.5 to 1% of the weight three to 7% of the weight, and offers the lead-free soldering characterized by consisting of remainder tin.

- [0009]
[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained to a detail with reference to a drawing. The lead-free soldering of this invention consists of an amount implication of specification, and remainder tin by using silver, a bismuth, and copper as an indispensable component.
- [0010] A silver content is 0.1 – 3 % of the weight. Silver is not desirable when improving the tensile strength and impact strength which it is effective in improving the heat-resistant fatigue property of solder, and the effectiveness is not acquired in less than 0.1% of the weight of addition, but this invention makes the purpose with sufficient balance. On the other hand, in exceeding 3 % of the weight, liquidus-line temperature becomes high too much, and low-melt point point-ization which this invention makes the purpose cannot be realized.
- [0011] Three to 7% of the weight, the content of a bismuth exceeds 3 preferably and is 4.5 % of the weight. Since a bismuth is excellent in the effectiveness of reducing the melting point of solder, at less than 4 % of the weight, the effectiveness does not fully show up. On the other hand, since it becomes empty and a bismuth has a lifting and the property to decrease elongation with brittleness for the maldistribution in a joint, when improving the tensile strength and impact strength which such a phenomenon becomes remarkable in combination exceeding 7 % of the weight, and this invention makes the purpose with sufficient balance, it is not desirable.
- [0012] A copper content is 0.5 – 0.7 % of the weight preferably 0.5 to 1% of the weight. Copper is not desirable when improving the tensile strength and impact strength which it is effective in improving the heat-resistant fatigue property of solder like silver, and the effectiveness is not acquired in less than 0.5% of the weight of addition, but this invention makes the purpose with sufficient balance. Moreover, like silver, a lot of addition makes a copper content upper limit 1 % of the weight, in order to realize low-melt point point-ization which is the purpose of this invention in order to cause the rise of liquidus-line temperature.
- [0013] The melting point of the solder in the above-mentioned presentation range is 187–220 degrees C, and low temperature-ization is attained by even mostly satisfying extent although it is high a little compared with the melting point of 183 degrees C of the conventional SnPb system.
- [0014] As mentioned above, in addition to the formation of a low-melt point point, tensile strength and impact strength are improvable with sufficient balance by silver, the bismuth, and having carried out the amount combination of specification based on tin. Therefore, since such delicate balance will be confused if added except the above-mentioned metal, not containing is important except what is mixed as an impurity.
- [0015] As a use gestalt of the lead-free soldering of this invention, what was classified, for example in the mean particle diameter of about 10–75 micrometers can be kneaded with liquefied flux, and it can consider as cream solder. Although there is no limit in the liquefied flux in this case, RMA flux or non-residue flux is used preferably. In addition, as RMA flux, 0.05% or less of thing has desirable chlorinity, and 30% or less of thing has desirable formed elements, such as turpentine and an activator, as non-residue flux.
- [0016]
[Example] An example is given to below and this invention is further explained to it.
(Preparation of sample offering solder) As shown in Table 2, the loadings of tin, silver, a bismuth, and copper were changed, and sample offering solder ** – ** were produced. And it kneaded with liquefied flux, and considered as cream solder, and the tension test and impact test which are shown below were presented.

[0017]
[Table 2]
表 2

成分 No.	合金成分 (wt%)			
	Sn	Ag	Bi	Cu
①	97.75	3.5	0	0.75
②	95.0	3.3	1.0	0.7
③	93.3	3.0	3.0	0.7
④	91.5	3.0	5.0	0.5
⑤	90.0	2.0	7.5	0.5
⑥	87.25	2.5	10.0	0.25
⑦	82.5	2.0	15.0	0.5

[0018] (A tension test and impact test) First, as shown in drawing 1 , each sample offering cream solder 3 was printed through the resist 2 to the copper plate (tough pitch copper: 20x50x1mm) 1, and where two of them are

piled up, it heated, and each sample A was created. The printing conditions and heating conditions of solder are as being shown in Table 3.

[0019]
[Table 3]
表 3

項 目	内 容
クリーム はんだ印刷	(1) 印刷厚さ：300μm (2) 印刷面積 ① φ6mm(引張強度測定試料) ② φ3mm(衝撃強度測定試料)
加熱源	ホットプレート
加熱条件	プリヒート：160℃ 2min ピーク温度：240℃

[0020] And the tension test equipped the fixed end 10 of a tension tester with one copper plate 1a of Sample A, as shown in drawing 2 , it pulled copper plate 1b of another side in the direction of drawing Nakaya mark F, and measured tensile force when the soldered joint section (part of a sign 3) exfoliates. A test condition is as being shown in Table 4.

[0021] Moreover, the impact test equipped the fixture 21 of an impact tester 20 with one copper plate 1a of Sample A, as shown in drawing 3 , where weight 22 (100g) is attached in copper plate 1b of another side, it fell the sample stage 23 to the impact-absorbing pad 24, and it measured destructive marginal reinforcement. A test condition is as being shown in Table 4.

[0022]
[Table 4]

表 4

No.	評価項目	試験条件	試料数
1	引張強度	・引張試験機 ・スピード：1mm/min	各5回
2	衝撃強度	・衝撃試験機 ・衝撃波形：正弦半波 ・1960m/s ² (200G)から980 m/s ² (100G) 毎に印可ストレスをステップ アップする	各4回

[0023] (Test result) The measurement result of tensile strength is shown in drawing 4 , and the measurement result of impact strength is shown in drawing 5 . it turns out that solder ** which has [be illustrated and] the content of silver, a bismuth, and copper within the limits of this invention, and ** are seen synthetically, and it excels in tensile strength and impact strength.

[0024]
[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the melting point is low to SnPb system extent, and the lead-free soldering from which the joint which was moreover excellent in tensile strength and impact strength is obtained is offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the sample used by the tension test and the impact test.

[Drawing 2] It is a schematic diagram for explaining the test method of a tension test.

[Drawing 3] It is a schematic diagram for explaining the test method of an impact test.

[Drawing 4] It is drawing showing the measurement result of tensile strength.

[Drawing 5] It is drawing showing the measurement result of impact strength.

[Description of Notations]

1 Copper Plate

2 Resist

3 Cream Solder

10 Fixed End

20 Impact Tester

21 Fixture

22 Weight

23 Sample Stage

24 Impact-absorbing Pad

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-25891

(P2001-25891A)

(43) 公開日 平成13年1月30日 (2001.1.30)

(51) Int.Cl.	級別記号	F I	7-71-1 (参考)
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A 5 E 3 1 9
C 2 2 C 13/02		C 2 2 C 13/02	
H 0 5 K 3/34	5 1 2	H 0 5 K 3/34	5 1 2 C

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平11-200346

(22) 出願日 平成11年7月14日 (1999.7.14)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 山田 保

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(72) 発明者 荒木 伸行

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100073874

弁理士 萩野 平 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉛フリーはんだ

(57) 【要約】

【課題】 融点がS n P b系程度に低く、しかも引張強度及び衝撃強度に優れた接合部が得られる鉛フリーはんだを提供する。

【解決手段】 銀を0.1～3重量%、ビスマスを3～7重量%、銅を0.5～1重量%含む、残部錫からなることを特徴とする鉛フリーはんだ。

(2)

特開2001-25891

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 銀を0.1～3重量%、ビスマス3～7重量%、銅を0.5～1重量%含み、残部錫からなることを特徴とする鉛フリーはんだ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種の電気機器や電子素子の電気的接続に使用される鉛フリーはんだに関する。

【0002】

【従来の技術】例えばプリント配線板への電気部品や電子素子の実装、半導体素子のリードワイヤーのボンディング、電気線と端子との接続等のために、従来よりはんだが用いられている。従来のはんだは錫-鉛共晶はんだ（以降「SnPb系」と称する）が一般的であったが、*

表1

はんだ 合金	合金成分 (wt%)						固相線/液相線 (°C)	伸び (%)
	Sn	Ag	Bi	Cu	Zn	Pb		
SnAg系	95.75	3.5	—	0.75	—	—	216～220	45
SnBi系	90.0	2.0	7.5	0.5	—	—	189～214	20
SnZn系	89.0	—	3.0	—	8.0	—	189～199	37
SnPb系	63.0	—	—	—	—	37.0	183	53

【0005】一方、はんだ材料の品質・信頼性の課題も多く、中でも近年、機器の小型化・携帯化に伴い落下などの衝撃ではんだ接続部が破壊するケースが増えている。そのため、鉛フリーはんだ材料を選定する上でも、一般的な指標である接続部の引張強度とともに衝撃強度の確保が重要になってきている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記のような状況に鑑みてなされたものであり、融点がSnPb系程度に低く、しかも引張強度及び衝撃強度に優れた接合部が得られる鉛フリーはんだを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、鉛に代わる金属を種々変えてその融点を低下させるとともに、はんだ接合部の引張強度と衝撃強度とを測定したところ、融点が低く、かつ引張強度と衝撃強度とがバランス良く高い値を示すはんだ組成を得ることができた。本発明はこのような知見に基づいたものである。

【0008】即ち、本発明は、上記の目的を達成するために、銀を0.1～3重量%、ビスマスを3～7重量%、銅を0.5～1重量%含み、残部錫からなることを特徴とする鉛フリーはんだを提供する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明に関して図面を参照して詳細に説明する。本発明の鉛フリーはんだは、銀、ビスマス及び銅を必須成分として特定量含み、残部錫からなる。

*近年では環境汚染の問題から鉛の使用量の削減、更には全廃が推進されている。

【0003】従来のSnPb系に代わる材料として、錫をベースに数種類の金属を添加した、所謂鉛フリーはんだが各種提案されている。例えば、鉛の代わりに銀を主成分として含むSnAg系、ビスマスを主成分として含むSnBi系、亜鉛を主成分として含むSnZn系の各種鉛フリーはんだが代表的である。しかしながら、表1にこれらの鉛フリーはんだの組成の一例を示すが、何れもSnPb系に比べて融点が高く、例えばプリント配線板の実装に用いた場合、基板に過剰の熱応力を与えたり、極端な場合には基板を溶かすといった不具合を生じることがある。

【0004】

【表1】

らなる。

【0010】銀の含有量は0.1～3重量%である。銀ははんだの耐熱疲労特性を改善する効果があり、0.1重量%未満の添加ではその効果が得られず、本発明が目的とする引張強度と衝撃強度とをバランス良く改善する上で好ましくない。一方、3重量%を超える場合には液相線温度が高くなり過ぎ、本発明が目的とする低融点化を実現できない。

【0011】ビスマスの含有量は3～7重量%、好ましくは3を超え4.5重量%である。ビスマスははんだの融点を低下させる効果に優れるため、4重量%未満ではその効果が十分に現れない。一方でビスマスは接合部での偏在を起こしやすく、また脆性により伸びを減少させる性質を有するため、7重量%を超える配合ではこのような現象が顕著となり、本発明が目的とする引張強度と衝撃強度とをバランス良く改善する上で好ましくない。

【0012】銅の含有量は0.5～1重量%、好ましくは0.5～0.7重量%である。銅は銀と同様にはんだの耐熱疲労特性を改善する効果があり、0.5重量%未満の添加ではその効果が得られず、本発明が目的とする引張強度と衝撃強度とをバランス良く改善する上で好ましくない。また、銀と同様に多量の添加は液相線温度の上昇を招くため、本発明の目的である低融点化を実現するためには、銅の含有量上限を1重量%とする。

【0013】上記の組成範囲にあるはんだの融点は、187～220℃であり、従来のSnPb系の融点183℃に比べて若干高いものの、ほぼ満足できる程度にまで

(3)

特開2001-25891

3

4

低温化が図られている。

【0014】以上のように、錫をベースに銀、ビスマス及び銅を特定量配合したことにより、低融点化に加えて、引張強度と衝撃強度とをバランス良く改善することができる。従って、上記の金属以外が添加されるとこのような微妙なバランスが乱れるため、不純物として混入されるもの以外は含有しないことが重要である。

【0015】本発明の鉛フリーはんだの使用形態としては、例えば平均粒径10～75 μ m程度に分級したものを液状フラックスと混練してクリームはんだとすることができ、この場合の液状フラックスには制限がないが、好ましくはRMAフラックスまたは無残渣フラックスを用いる。尚、RMAフラックスとしては塩素量が0.05%以下のものが好ましく、無残渣フラックスとしては松脂や活性剤等の固形成分が30%以下のものが好ましい。

【0016】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明を更に説明する。

（供試はんだの調製）表2に示すように錫、銀、ビスマス及び銅の配合量を変えて供試はんだ①～⑦を作製した。そして、液状フラックスと混練してクリームはんだとし、下記に示す引張試験及び衝撃試験に供した。

【0017】

【表2】

表2

成分 No.	合金成分 (wt%)			
	Sn	Ag	Bi	Cu
①	97.75	3.5	0	0.75
②	85.0	3.3	1.0	0.7
③	93.3	3.0	3.0	0.7
④	91.5	3.0	5.0	0.5
⑤	90.0	2.0	7.5	0.5
⑥	87.25	2.5	10.0	0.25
⑦	82.5	2.0	15.0	0.5

*

表4

No.	評価項目	試験条件	試料数
1	引張強度	・引張試験機 ・スピード：1mm/min	各5回
2	衝撃強度	・衝撃試験機 ・衝撃波形：正弦半波 ・1960m/s ² (200G)から980 m/s ² (100G)毎に印可ストレスをステップアップする	各4回

【0023】（試験結果）引張強度の測定結果を図4に、また衝撃強度の測定結果を図5に示す。図示されるように、銀、ビスマス及び銅の含有量が本発明の範囲内にあるはんだ③、④は、総合的に見て引張強度及び衝撃強度に優れることが判る。

50

*【0018】（引張試験及び衝撃試験）先ず、図1に示すように、銅板（タフピッチ銅：20×50×1mm）1にレジスト2を介して各供試クリームはんだ3を印刷し、それを2枚重ねた状態で加熱して各サンプルAを作成した。はんだの印刷条件及び加熱条件は、表3に示す通りである。

【0019】

【表3】

表3

項目	内容
クリーム はんだ印刷	(1) 印刷厚さ：300 μ m (2) 印刷面積 ① ϕ 6mm(引張強度測定試料) ② ϕ 3mm(衝撃強度測定試料)
加熱源	ホットプレート
加熱条件	プリヒート：160℃ 2min ピーク温度：240℃

【0020】そして、引張試験は、図2に示すようにサンプルAの一方の銅板1aを引張試験機の固定端10に装着し、他方の銅板1bを図中矢印F方向に引っ張り、はんだ接合部（符号3の部分）が剥離した時の引張力を測定した。試験条件は、表4に示す通りである。

【0021】また、衝撃試験は、図3に示すようにサンプルAの一方の銅板1aを衝撃試験機20の固定治具21に装着し、他方の銅板1bに重り22（100g）を取り付けた状態で試料ステージ23を衝撃吸収パッド24に落下し、破壊限界強度を測定した。試験条件は、表4に示す通りである。

【0022】

【表4】

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、融点がSnPb系程度に低く、しかも引張強度及び衝撃強度に優れた接合部が得られる鉛フリーはんだが提供される。

(4)

特開2001-25891

5

6

【図面の簡単な説明】

【図1】引張試験及び衝撃試験で使用されたサンプルを示す斜視図である。

【図2】引張試験の試験方法を説明するための概略図である。

【図3】衝撃試験の試験方法を説明するための概略図である。

【図4】引張強度の測定結果を示す図である。

【図5】衝撃強度の測定結果を示す図である。

【符号の説明】

* 1 銅板

2 レジスト

3 クリームはんだ

10 固定端

20 衝撃試験機

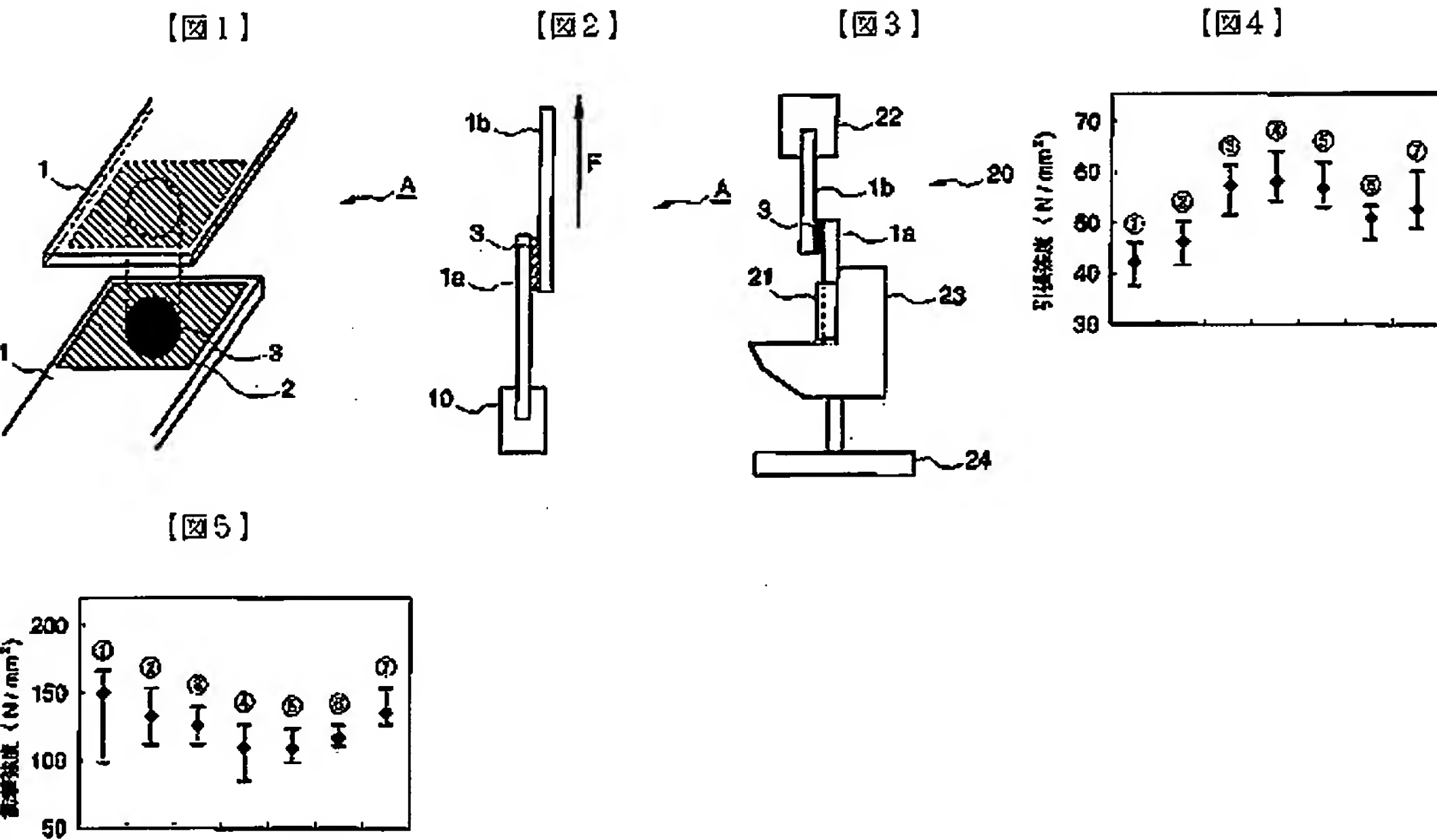
21 固定治具

22 重り

23 試料ステージ

24 衝撃吸収パッド

*10



フロントページの続き

(72)発明者 小林 佐敏
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

Fターム(参考) 5E319 BB01